**Efficienza dei pannelli fotovoltaici, cosa indica in realtà?**

Spesso si sente parlare di **efficienza dei pannelli fotovoltaici** ed altrettanto spesso l’efficienza viene confusa ed assimilata alla *qualità* dei pannelli stessi.
Quando si parla di *efficienza*, non si parla di qualità dei moduli, ma di **rendimento** per metro quadrato. L’efficienza di conversione è lo *spazio* necessario a creare un quantitativo di corrente elettrica.
A parità di kWp (chilowatt di picco) forniti ciò che cambia è lo spazio occupato dai panelli fotovoltaici. Se non si hanno problemi di spazio di installazione ciò che fa la differenza è la garanzia a lungo termine e il costo. Con problemi di spazio invece diventa impostante l’efficienza (minore spazio occupato).

Tecnicamente l’efficienza è il rapporto tra la potenza elettrica in uscita dai morsetti dei pannelli fv e la potenza della radiazione solare che colpisce la superficie del modulo.
Il valore standard preso a rifermento per indicare l’irraggiamento solare è di 1.000 Watt/mq.

Se ogni metro quadrato viene “colpito” da 1.000 watt di energia solare, quanta di questa energia viene effettivamente convertita in elettricità utile, utilizzabile?
**Non è mail il 100%, i moduli più diffusi arrivano oggi al massimo al 20% di efficienza di conversione**.

I moduli fotovoltaici non sono tutti uguali: ci sono diverse tecnologie di realizzazione dei moduli e diverse sono le tipologie di pannello.
Ci sono i pannelli in silicio monocristallino, quelli in silicio policristallino, i pannelli con silicio amorfo, i pannelli CdTe (con *Telloruro di Cadmio*), quelli generalmente *a film sottile* e quelli più particolari “a concentrazione solare” (che hanno i più alti livelli di efficienza).

Ogni tecnologia ha diverse efficienze di conversione: il silicio monocristallino è in genere quello che “converte” meglio (cioè: utilizzando meno spazio), rendimenti simili hanno i pannelli in silicio policristallino.
I pannelli *a film sottile*, invece, hanno bisogno di superfici maggiori per produrre la stessa quantità di energia dei precedenti (in compenso, però, il fotovoltaico a film sottile ha altri vantaggi).

L’efficienza di conversione della tecnologia fotovoltaica, man mano che avanzano ricerca e sviluppo, aumenta negli anni. Già rispetto a qualche anno fa abbiamo sul mercato **pannelli fotovoltaici con maggiori efficienze e costi minori**.

Nel 2011 i prodotti presenti sul mercato avevano mediamente un’efficienza di conversione compresa **tra il 7 e il 15%**.
Cioè: su 1.000 watt “irraggiati” in un metro quadrato dal sole, un pannello fotovoltaico riusciva mediamente a trasformare in potenza elettrica circa il 7 – 15%.

L’efficienza media dei pannelli fotovoltaici nel 2011 era:

* Moduli fotovoltaici in [silicio monocristallino](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/glossario/s-z#Silicio%20monocristallino): 15,1%
* Moduli fotovoltaici in [silicio policristallino](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/glossario/s-z#Silicio%20policristallino): 14,8%
* Moduli fotovoltaici CIS a [film sottile](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/mondo-fotovoltaico/produttori-pannelli-fotovoltaici-a-film-sottile) (Rame, Indio, Selenio): 12,3%
* Moduli fotovoltaici a film sottile con Telloruro di Cadmio (CdTe): 11,7%
* Moduli fotovoltaici in [silicio amorfo](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/glossario/s-z#Silicio%20amorfo): 7%

Come detto, la tecnologia e la ricerca nella filiera del fotovoltaico stanno facendo il loro corso in un settore che si appresta a diventare maturo. I continui miglioramenti dei processi e delle economie di scala portano graduali miglioramenti in termini di costo-efficienza dei pannelli fotovoltaici: efficienze via via maggiori a fronte di costi minori.

Oggi l’**efficienza media dei pannelli fotovoltaici commercializzati sul mercato è**:

* Pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino:**17%**
*Alcuni moduli (es. Sunpower) arrivano anche al****20%****.*
* Pannelli fotovoltaici in silicio policristallino: **16,5%**
* Pannelli fotovoltaici CIS a film sottile (Rame, Indio, Selenio): **15%**
* Pannelli fotovoltaici a film sottile con telloruro di cadmio (CdTe): **13,4%**
* Pannelli fotovoltaici in silicio amorfo: **8,2%**

Secondo uno studio del Politecnico di Milano, le tecnologie meno “mature”, quali i moduli CIS e CdTe, sono quelle che presenteranno i più ampi margini di miglioramento: i pannelli con tecnologia CIS avranno presto un incremento di efficienza di 2-3 punti percentuali ed i moduli in Telloruro di Cadmio (CdTe) avranno un incremento di efficienza intorno all’ 1-2%.

# Differenze tra i Pannelli Fotovoltaici Monocristallini Policristallini Film Sottile

Quali sono le differenze tra i pannelli fotovoltaici monocristallini policristallini o a film sottile? I pannelli fotovoltaici non sono tutti uguali. Non solo per la qualità e il costo, ma anche per la tecnologia che li contraddistingue. Da questo punto di vista non ci sono pannelli fotovoltaici migliori o peggiori, ma solo più o meno “adatti” a particolari contesti in cui dovranno funzionare: luoghi soleggiati, luoghi molto caldi, siti parzialmente in ombra o siti particolarmente piccoli.

I 3 principali tipi di pannelli oggi in commercio sono quelli
- in silicio monocristallino (semplicemente, “monocristallini”),
-in silicio policristallino (o semplicemente “policristallini”)
- in silicio amorfo, detti anche “a film sottile”.

***Sono meglio i pannelli monocristallini, i policristallini o quelli a film sottile?
Quali scegliere? Quali sono le differenze tra i diversi tipi di pannelli più utilizzati?***

Quando si tratta di investire in un impianto fotovoltaico, investimento che durerà per almeno 20 anni, la scelta delle componenti è fondamentale per garantire il ritorno economico previsto: tra le componenti che più influenzano la produzione dell’impianto ci sono, com’è ovvio, i pannelli fotovoltaici che hanno “l’arduo compito” di sfruttare al meglio l’irraggiamento solare nel momento in cui si presenta.

I pannelli fotovoltaici, dunque, non sono tutti uguali. Non solo per qualità, ma anche per tipologie, per tecnologie di realizzazione e per le componenti che li costituiscono: tutti, in qualche modo, contengono il “silicio di grado solare”, materiale semiconduttore che consente l’effetto fotovoltaico.
Ciò che cambia tra un tipo di pannello e l’altro è il tipo di lavorazione del semiconduttore e il tipo di cella fotovoltaica usata.

## Quanti tipi di moduli esistono e quali sono le differenze tra i pannelli fotovoltaici?



Esistono molti tipi di pannelli fotovoltaici e la ricerca avanza per realizzare prototipi con sempre maggiori efficienze di conversione e sempre minori costi. Nonostante ciò in commercio vengono venduti solo alcune tipologie di moduli.

Le quattro tecnologie più utilizzate sono:

– **pannelli fotovoltaici monocristallini**
– **pannelli fotovoltaici policristallini**
– **pannelli fotovoltaici a film sottile**
– **pannelli fotovoltaici a concentrazione** (o meglio: impianti fotovoltaici a concentrazione)

Vediamo quali sono le differenze tra i pannelli fotovoltaici qui elencati.

## Come scegliere il giusto pannello fotovoltaico per la propria installazione

Questi elencati sono i principali tipi di moduli presenti e commercializzati oggi sul mercato.

La conformazione ed il tipo di [cella fotovoltaica](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/mondo-fotovoltaico/il-processo-produttivo-di-un-modulo-fotovoltaico) utilizzata determina il tipo di pannello solare ed in genere il “tipo” di [**rendimento**](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/idee/rendimento-impianto-fotovoltaico) ottenibile da ciascuna tipologia.
***Che significa?***
Significa che alcuni tipi di pannelli fotovoltaici hanno rendimenti maggiori in condizioni di sole diretto, altri in condizione di luce diffusa. Alcuni “lavorano” meglio ad alte temperature, altri, invece, alle alte temperature hanno sensibili cali di produzione.

Ogni tipo di pannello, inoltre, può avere un utilizzo specifico in architettura ed impiantistica: i pannelli a film sottile, per esempio, sono particolarmente adatti per installazioni che non ricevono un irraggiamento perfettamente perpendicolare, tipo pareti, tetti “a cupola”, superfici irregolari.

## Quali differenze tra i pannelli fotovoltaici monocristallini policristallini e a film sottile?

I moduli mono e policristallini sono [pannelli in silicio cristallino](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/mondo-fotovoltaico/moduli-fotovoltaici-silicio-cristallino-film-sottile), e sono “alternativi” a quelli in silicio amorfo o a film sottile. Questi, rispetto ai precedenti, hanno una sostanziale differenza strutturale: non contengono cristalli in silicio perfettamente strutturati ([per approfondire](https://it.wikipedia.org/wiki/Modulo_fotovoltaico#Moduli_cristallini)).

Qual è la differenza principale?
Le principali differenze tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è l’efficienza. L’efficienza non è, però, un indicatore di qualità dei pannelli fotovoltaici, ma un semplice **rapporto tra produzione e superficie occupata.
Un’efficienza minore non significa minore qualità dei pannelli, ma una maggiore superficie necessaria per kWh prodotto.**

In altre parole: ciò che differenzia un modulo a film sottile da uno in silicio monocristallino è la superficie necessaria per produrre ogni kWh di elettricità a parità di [irraggiamento](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/mondo-fotovoltaico/orientamento-e-inclinazione-dei-moduli-cambiano-i-kwh-prodotti), temperatura ad altre condizioni esterne di funzionamento impianto.

Ciò che cambia, dunque, non è la qualità della produzione, ma l’efficienza della produzione: notoriamente i pannelli fotovoltaici a film sottile hanno efficienze minori (cioè: hanno ‘bisogno’ di maggiori superfici), ma hanno il vantaggio di lavorare meglio in condizioni di alte temperature o luce diffusa.

Vediamo ogni tipologia.

## I pannelli fotovoltaici monocristallini

Il **modulo monocristallino** è quello con efficienza maggiore: si va dal **15 al 20% di efficienza** e, per produrre una potenza di 1 Kw “di picco”, ha bisogno di circa **6 metri quadrati**. Il pannello è una lastra rigida costituita in genere da celle fotovoltaiche assemblate, da 30 fino a 60.

Le celle fv sono saldate tra loro e ricoperte da un vetro protettivo e da una cornice esterna di alluminio. Il modulo dura mediamente 25 anni con perdite di rendimento di meno dell’1% l’anno. Questi tipi di pannelli fotovoltaici sono abbastanza sensibili agli ombreggiamenti, anche parziali, ma lavorano molto bene se i raggi del sole cadono in maniera perfettamente perpendicolare alla loro superficie.

Per quanto riguarda il cosiddetto “bilancio energetico”, ovvero il tempo necessario al pannello per produrre il quantitativo di energia pari a quello utilizzato per fabbricarlo, il modulo monocristallino ha bisogno da tre a sei anni di funzionamento.

Come tipo di soluzione risulta decisamente quella più costosa, tra quelle tradizionali, e viene impiegata quando ci sono condizioni ottimali di irraggiamento e si vuole sfruttare al massimo la superficie disponibile, per via della sua maggiore efficienza in relazione allo spazio occupato. Tra i tre tipi di pannello, infatti, è quello che ha bisogno di una minore superficie.

## I pannelli fotovoltaici policristallini

Il **modulo policristallino**, o multicristallino,  ha efficienze leggermente minori, circa il **13-18%**,  ad ha bisogno di una superficie leggermente maggiore, rispetto ai precedenti, per produrre 1 Kwp di potenza: sono necessari circa **8 metri quadrati**.

Questi pannelli fotovoltaici sono anch’essi tra i più diffusi e “tradizionali”, perchè hanno caratteristiche del tutto assimilabili ai precedenti, tranne, come detto, per un’efficienza leggermente minore. Il modulo policristallino rappresenta infatti un buon compromesso tra: costi, superficie occupata, rendimento produttivo ed efficienza. Un buon compromesso tra moduli monocristallini, da un lato, e pannelli a ‘film sottile’, dall’altro.

Anche questo tipo di pannello, come il monocristallino, produce per almeno 25 anni con perdite fisiologiche di rendimento di circa l’1% l’anno, perdite dovute in sostanza all’invecchiamento del pannello ed alla conseguente decadenza dell’effetto fotovoltaico.

Anche questo tipo di pannello, come il precedente, è particolarmente sensibile agli ombreggiamenti, anche parziali, che possono causare improvvisi  o temporanei cali di rendimento sull’intero impianto.

Per far fronte ai problemi dell’ombreggiamento, anche temporaneo, vengono utilizzate generalmente due differenti tecnologie: i microinverter o gli ottimizzatori. Entrambe queste soluzioni consentono di bypassare quei “colli di bottiglia” causati dall’effetto delle ombre su parte dell’impianto. Un’ombra che colpisce un pannello, infatti, compromette il rendimento dell’intero impianto. Per superare questo problema i microinverter convertono l’energia a livello del singolo pannello e la convogliano in uscita dall’impianto senza dipendere dagli altri pannelli collegati.

Le stesse tecnologie “anti-ombreggiamento” vengono utilizzate non solo per questi pannelli policristallini, ma anche per i pannelli in silicio monocristallino.

## Pannelli fotovoltaici a film sottile

Il **modulo a film sottile** è infine quello con la minore efficienza produttiva: siamo a circa il **6%.**

Questa tipologia avrà bisogno di superfici mediamente maggiori per produrre un KWp di potenza fotovoltaica: fino a circa 20 metri quadrati (nel caso dell’utilizzo di silicio amorfo).

Nonostante la minore efficienza che, ricordiamolo, **non** è indice di qualità ma è un rapporto tra produzione e superficie, questo tipo di pannello ha una elevata diffusione sul mercato. Questo per un semplice motivo: ha il duplice vantaggio di una maggiore **economicità**, costa meno produrlo, e di una maggiore **versatilità** di utilizzo. Il pannello fotovoltaico a film sottile, infatti, è una lastra di pochi millimetri di spessore, può essere flessibile e può essere in grado di ricoprire ed adattarsi perfettamente ad una moltitudine di differenti strutture architettoniche.

Il “thin film module” può rivestire intere facciate di edifici, può integrarsi a vetrate e ad altri elementi architettonici irregolari. Si integra in maniera efficace anche sui grandi tetti non ben esposti ai raggi del sole, inclinati o orientati in maniera non ottimale.

I pannelli fotovoltaici a film sottile possono costituire anche una pellicola flessibile di rivestimento di qualsiasi superficie architettonica. Questo, in effetti, è il requisito ottimale, il suo punto di forza più importante, per favorire un’ampia possibilità di applicazione in edilizia. In altre parole: anche “l’integrazione architettonica è il suo forte”, ma non solo.

Tra i vantaggi del film sottile vi è anche quello di “lavorare” bene con **luce diffusa** o con alte temperature. Può essere inoltre installato in posizione orizzontale o verticale senza inficiare sensibilmente sul rendimento. Installando questi pannelli non perfettamente a sud o in posizione verticale avranno comunque un rendimento maggiore rispetto ai pannelli in silicio cristallino installati nella stessa posizione.

## I pannelli fotovoltaici utilizzati per impianti a concentrazione

Le differenze tra i pannelli fotovoltaici fin’ora analizzati ed i pannelli “a concentrazione” è il costo e l’efficienza.

ispetto ai tre tipi di pannelli precedenti, si tratta di pannelli particolari, “non convenzionali”, ma è decisamente la tipologia più innovativa ed efficiente. I moduli, in questo caso, sono costruiti per ottenere i massimi livelli di efficienza. Utilizzano [celle a concentrazione](https://www.fotovoltaiconorditalia.it/conto-energia/impianti-fotovoltaici-a-concentrazione-cosa-sono) che sono celle solari ad alta tecnologia in grado di trasformare in energia elettrica elevate quantità di irraggiamento utilizzando piccole superfici di conversione. Questi pannelli fotovoltaici convogliano i raggi solari su un’unica cella fotovoltaica, attraverso apposite lenti o un sistema di specchi. Questa particolare cella fotovoltaica è in grado di convertire da sola grandi quantità di energia solare in energia elettrica.

Questi tipi di impianti fanno uso, spesso, anche di sistemi ad inseguimento, per orientare costantemente il pannello verso il sole. Si tratta di meccanismi motorizzati e automatizzati per orientare il sistema costantemente verso il sole e per “inseguire” in tempo reale l’inclinazione ottimale.

L’efficienza di conversione di questi pannelli fotovoltaici arriva a **valori superiori al 35-40%** con superfici richieste per la produzione di un Kwp di potenza di meno di **3 metri quadrati.** Sono le soluzioni utilizzate per piccole centrali fotovoltaiche, soluzioni decisamente più costose, ma che attraverso gli alti rendimenti, in alcune condizioni rientrano bene dai costi d’investimento.